

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
15 mai 2003 (15.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/039784 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
B21D 41/02, 39/20, 41/04

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/03856

(22) Date de dépôt international :  
8 novembre 2002 (08.11.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
01/14496 8 novembre 2001 (08.11.2001) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : SO-  
CIE DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR];

23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand Cedex 09  
(FR). MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE  
S.A. [CH/CH]; Route Louis Braille 10 et 12, CH-1763  
Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs; et

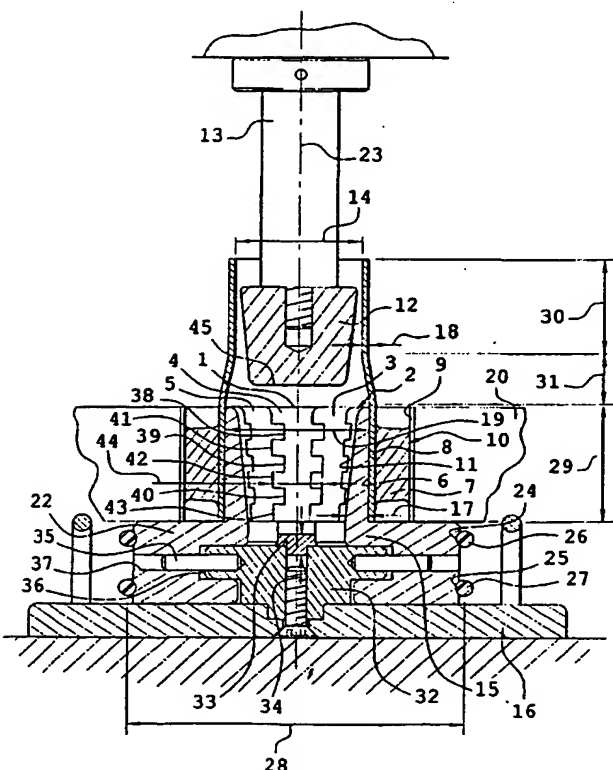
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BON-  
NEROT, Jean-Pierre [FR/FR]; 9, impasse Saint Maurice,  
F-58300 Decize (FR). BRUNEAU, François-Xavier  
[FR/FR]; 24, rue Gomot, F-63200 Riom (FR). GAU-  
THERON, Michel [FR/FR]; 3, rue Albert Camus,  
F-58000 Nevers (FR). JEAN, Philippe [FR/FR]; 42, rue  
du Bois de Queuille, F-63119 Chateaugay (FR).

(74) Mandataire : SCHMIT, Christian, Norbert, Marie;  
Cabinet Christian SCHMIT et Associés, 8, place du  
Ponceau, F-95000 Cergy (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: EXPANDING METHOD AND DEVICE AND RESULTING EXPANDED ELASTIC ARTICULATION

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DUDGEONNAGE ET ARTICULATION ELASTIQUE AINSI DUDGEONNEE



(57) Abstract: The invention concerns a method and a device for producing a friction-free expansion inside a cylindrical part (7), which consists in providing an annular expanding form (1) provided with sectors (2-5), in inserting into annular form a spacing tool (12) and, by spacing apart the sectors from one another, in producing an expansion of a part to be formed. Preferably, during the expanding process, the spacing apart of the sectors is guided (35, 37) so that the latter maintain their radial orientation. Thus, the inventive method is not only simplified, but better repeatability of the manufacturing process is achieved as well.

(57) Abrégé : Pour réaliser un dudgeonnage sans frottement à l'intérieur d'une pièce (7) cylindrique, on prévoit une forme (1) annulaire d'expansion munie de secteurs (2 - 5). On introduit dans cette forme annulaire un outil (12) d'écartement et, en écartant les secteurs les uns des autres, on provoque un dudgeonnage d'une pièce à former. De préférence, lors de l'opération de dudgeonnage on conduit (35, 37) l'écartement des secteurs pour que ceux-ci continuent à rester orientés radialement. On montre qu'en agissant ainsi non seulement le procédé de l'invention est simplifié, mais en plus on atteint à une meilleure répétitivité de la fabrication.

WO 03/039784 A1



(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

Procédé et dispositif de dudgeonnage et articulation élastique ainsi  
dudgeonnée

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de  
5 dudgeonnage et une articulation élastique ainsi dudgeonnée. De telles  
articulations élastiques sont utilisées en particulier sur des véhicules  
automobiles.

Le rôle de telles articulations est généralement double. D'une part  
elles confèrent des degrés de liberté aux éléments rigides qu'elles relient.  
10 D'autre part, elles filtrent une part importante des vibrations ou des chocs  
transmis par la route ou le groupe propulseur du véhicule. D'une façon  
schématique, une articulation élastique est constituée d'armatures rigides  
(des éléments de tubes) reliées entre elles par au moins un élément  
déformable (généralement un manchon élastomérique, en caoutchouc). La  
15 rigidité d'une articulation est liée au choix du matériau déformable et à sa  
géométrie. On sait déjà adapter les rigidités axiales et radiales en jouant sur  
les dimensions et sur les mélanges employés des matériaux élastomères.

Afin, par exemple, d'améliorer la longévité des articulations, il est  
connu par ailleurs de précontraindre le matériau élastomérique en  
20 compression radiale. Ceci est généralement réalisé, après vulcanisation ou  
polymérisation de l'élastomère, par une déformation permanente imprimée  
soit à l'armature extérieure soit à l'armature intérieure. L'opération qui  
consiste à réduire le volume intérieur de l'armature extérieure est appelée  
rétreint. L'opération qui consiste à augmenter le volume extérieur de  
25 l'armature intérieure est appelée dudgeonnage. Suivant les dimensions des  
articulations, on applique une déformation permanente de l'ordre de 5 à 10%  
du diamètre de départ.

Un dudgeonnage classique consiste à faire passer un axe, ou un  
boulet, de part en part dans l'armature intérieure d'une telle articulation  
30 élastique pour en augmenter le diamètre, afin notamment de compenser le  
retrait thermique du caoutchouc et de créer un état de compression comme  
décrit plus haut. L'extension de l'armature intérieure étant produite par  
frottement, des traitements de surface réalisés sur la face intérieure de cette  
armature intérieure sont alors détruits. Par ailleurs, un tel procédé ne permet  
35 que de réaliser des formes cylindriques du fait de la traversée de part en

part. Enfin, la nature des contraintes exercées impose soit de réaliser plusieurs passes, soit de choisir une épaisseur minimale de la douille formant l'armature intérieure. En effet, si cette douille est d'épaisseur trop faible, lors du passage de l'axe ou du boulet, la douille en réaction à son autre extrémité supporte un effort de compression axiale tel qu'il peut en provoquer le flambage.

En outre, les procédés connus ne sont pas adaptés pour la fabrication de grosses pièces antivibratoires, de diamètres (avant dudgeonnage) supérieurs à 40 mm, et de préférence supérieurs à 70 mm. Pour ces gros diamètres, les procédés standards à filières (avec outil long poussé à travers l'armature) deviennent très encombrants. Ils exigent une presse ayant une course très importante. En pratique, il est nécessaire de faire plusieurs passes successives avec des filières différentes. L'usure des filières nécessite de les remplacer, alors qu'on souhaite ne pas être contraint à de telles opérations de remplacement et qu'on souhaite pouvoir régler l'outillage utilisé. En effet, la qualité industrielle ne peut pas être suivie ou adaptée du fait de ces usures ou remplacements alors qu'un réglage le permettrait.

Avec un procédé de dudgeonnage classique, l'arrachement des traitements de surface peut être combattu par la mise en œuvre de lubrifiants. Sur le plan industriel, cette mise en œuvre nécessite un nettoyage ultérieur des pièces, ce qui complique la fabrication. Par ailleurs, les dimensions finales obtenues ne peuvent pas être aussi précisément maîtrisées qu'on le souhaiterait. En particulier, la répétitivité de l'opération n'est pas parfaite et il en résulte des tolérances finales supérieures à une gamme acceptable. Enfin, les procédés connus ne permettent pas de dudgeonner des formes avec des dépouilles ou des contre dépouilles, et encore moins de dudgeonner des articulations dont l'armature intérieure n'a pas une section constante, par exemple parce qu'on ne la traverserait pas de part en part.

L'invention a pour objet de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé et un dispositif de dudgeonnage par secteurs. Selon l'invention on place à l'intérieur d'une armature d'une articulation élastique à dudgeonner, des secteurs d'une forme d'expansion. Dans un exemple, cette forme d'expansion sera annulaire, mais ce n'est pas une obligation. La forme d'expansion est libre, c'est-à-dire pas obligatoirement cylindrique, ni même

## 3

de section circulaire. Par exemple la forme d'expansion peut être un polyèdre, régulier ou non. Ces secteurs présentent une face externe destinée à porter contre la pièce à dudgeonner et une face interne destinée à recevoir un dispositif d'expansion. Les secteurs sont séparables les uns des autres, et  
5 peuvent notamment se déplacer ensemble en un mouvement d'expansion radiale. En pratique le dispositif d'expansion peut être un coin, un cône, voire un boulet ou un axe comme dans l'état de la technique introduit dans une partie creuse interne, de préférence circulaire, des secteurs. La particularité de l'invention se situe alors dans le fait que l'outil d'expansion subit seul les  
10 frottements et que de ce fait tous les inconvénients cités ci-dessus disparaissent.

Avant expansion, la forme d'expansion possède un profil extérieur permettant de s'engager dans la pièce à dudgeonner, avant dudgeonnage. Les secteurs possèdent des rayons de courbure extérieurs adaptés à la  
15 forme de départ ou d'arrivée des pièces à dudgeonner puisque nécessairement la forme des secteurs se retrouvera dans la pièce à la fin du dudgeonnage. Il n'est toutefois pas de grand intérêt que la forme extérieure des secteurs corresponde au profil de départ de la pièce. Dans le cas particulier d'une section circulaire, on a cependant l'avantage de pouvoir  
20 fabriquer les secteurs par tournage (avant de les séparer par découpage). Dans ce cas, leur profil correspond à la forme de départ. Les rayons de courbure des secteurs peuvent être plus faibles que les rayons de courbure de la pièce une fois dudgeonnée. On a alors découvert dans l'invention que la modification des courbures par des secteurs dont les rayons de courbure  
25 sont plus faibles que les rayons de courbure de la pièce une fois dudgeonnée ne conduisait pas, contrairement à ce qu'on aurait pu penser, à une allure circulaire bosselée. En tous cas, cette variation de courbure présente l'avantage, par exemple sous réserve de choisir un nombre suffisant de secteurs formant la forme annulaire d'expansion, de conduire à  
30 des imperfections acceptables de la forme dudgeonnée. Surtout ces variations, minimales, présentent l'avantage d'être parfaitement répétables, et d'être les mêmes d'une pièce fabriquée à l'autre.

L'invention a donc pour objet un procédé de dudgeonnage d'une articulation élastique munie d'une armature intérieure et d'un manchon  
35 élastomérique, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- on place ladite armature intérieure autour d'une forme d'expansion constituée de secteurs d'expansion mobiles les uns par rapport aux autres,-

- on écarte les secteurs d'expansion les uns des autres afin d'augmenter plastiquement le volume interne de ladite armature intérieure.

5 L'invention a également pour objet un dispositif pour le dudgeonnage d'une telle articulation élastique, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une forme d'expansion munie de secteurs d'expansion, et

- des moyens pour écarter les secteurs les uns des autres.

10 L'invention a encore pour objet une articulation élastique dudgeonnée selon le procédé précédent, caractérisée en ce que le volume intérieur de l'armature intérieure de ladite articulation n'est pas cylindrique.

15 Ou encore l'invention a pour objet une articulation élastique dudgeonnée selon le procédé précédent, caractérisée en ce qu'elle comporte une protection interne et/ou externe par une fine couche de caoutchouc.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

20 - Figure 1 : une vue en coupe d'un dispositif utilisable pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention dans lequel le caractère annulaire de la réalisation ne représente qu'un cas particulier;

- Figures 2 à 4 : des vues en perspective, et partiellement en éclaté, du dispositif de dudgeonnage de l'invention avec les mêmes réserves eu égard au caractère annulaire ;

25 - Figure 5 : une vue en coupe d'un perfectionnement du dispositif utilisable pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

30 La figure 1 montre un dispositif de dudgeonnage conforme à l'invention. Ce dispositif comporte une forme d'expansion 1, ici de forme annulaire, obtenue par un assemblage de secteurs tels que 2 à 5, mobiles les uns par rapport aux autres. La forme 1 présente un profil extérieur 6 adapté à recevoir une pièce 7 à dudgeonner. Par exemple la pièce 7 à dudgeonner comporte une armature intérieure 8, et une armature extérieure 9 enserrant entre elles un manchon élastomérique 10. Alors que dans son principe l'invention consiste à écarter les secteurs 2 à 5 les uns des autres à  
35 l'intérieur de l'armature intérieure 8, sur le plan pratique ceci peut être obtenu

## 5

en réalisant dans l'intérieur des secteurs 2, selon leur profil mesuré dans un plan passant par un axe 23 de la forme d'expansion 1, une dépouille inclinée 11. Cette dépouille 11, de préférence conique, est destinée à venir au contact d'un cône 12 possédant une dépouille correspondante, de même  
5 pente par exemple. Le cône 12 est par exemple descendu par l'intermédiaire d'une tige 13 en direction de la forme 1.

Au départ, les secteurs 2 à 5 sont accolés les uns aux autres et sont engagés dans la pièce 7 par le fait d'une tolérance d'insertion, par exemple de 5/10<sup>ème</sup> de millimètres. Au départ, la pièce 7 possède à l'endroit de cette  
10 insertion des dimensions, ou un diamètre intérieur 14 si elle est circulaire, de valeurs inférieures à celles que la pièce 7 aura, à cet endroit, après dudgeonnage. Le cône 12 est ensuite porté au contact des flancs en dépouille 11 de tous les secteurs tels que 2 à 5. Puis un effort est exercé axialement pour enfoncer le cône 12 à l'intérieur des secteurs. Dans ce but,  
15 une réaction est appliquée sur une semelle 15 des secteurs par l'intermédiaire d'une enclume 16. De ce fait, en aucun cas un quelconque effort de flambage ne peut se manifester. S'il se manifestait, il ne se manifesterait pas dans la pièce 7 mais dans les secteurs. Dans ce but, les secteurs tels que 2 à 5 possèdent une épaisseur 17 bien supérieure à  
20 l'épaisseur 18 de l'armature 8 de la pièce 7 à dudgeonner.

L'enfoncement du cône 12 provoque alors l'écartement des secteurs 2 à 5 et corrélativement l'augmentation des dimensions intérieures de la pièce 7 jusqu'à des valeurs 19, supérieures aux valeurs précédentes. Il s'ensuit une déformation plastique de la pièce 7, notamment de l'armature 8. Une  
25 déformation plastique est une déformation permanente à la suite d'une sollicitation, ce qui s'oppose à déformation élastique. A titre de perfectionnement, la pièce 7 peut avoir été placée préalablement au dudgeonnage dans une structure 20 destinée à l'accueillir une fois dudgeonnée. Par exemple, cette pièce 20 est un longeronnet dans lequel  
30 cette pièce 20 est emmanchée. Dans ce cas, l'armature extérieure 9 peut également être constituée par le longeronnet lui-même. De ce fait, le manchon élastomérique 10 sera comprimé comme souhaité.

Plutôt que d'utiliser un cône 12 (et des structures avec des dépouilles 11), on pourrait utiliser tout autre dispositif d'écartement des secteurs. Par  
35 exemple, l'écartement des secteurs pourrait être commandé par tout autre

moyen connu de l'homme du métier (vérins hydrauliques, vérins à vis et écrou, olive ou boulet en lieu et place du cône, etc...). Ou encore, chacun des secteurs pourrait être relié par des bras à des écrous montés sur une tige filetée centrale. La rotation de la tige amènerait l'écartement des secteurs par le basculement des bras. Dans ces cas, les secteurs pourraient avoir un côté 11 de profil quelconque.

Les contraintes importantes occasionnées à la surface intérieure des armatures intérieures lors des procédés de dudgeonnage de l'état de la technique imposent (pour protéger les pièces de la corrosion ultérieure) de réaliser des traitements de surface métalliques (zincage par exemple) relativement onéreux ou de réaliser la protection anti-corrosion après le dudgeonnage, c'est à dire après le moulage de la pièce, ce qui n'est pas souhaitable. Un avantage du procédé de l'invention est le fait de permettre le dudgeonnage pratiquement sans frottement, en tous cas dans des conditions de frottements bien moins sévères pour la surface des armatures que dans les procédés classiques de dudgeonnage. Il est alors possible de remplacer ces traitements de surface métalliques par une fine couche d'élastomère dont l'efficacité face à la corrosion est bien connue mais dont la résistance mécanique ne lui permet pas de supporter le procédé classique. Une épaisseur d'élastomère, par exemple du caoutchouc utilisé pour le manchon de l'articulation, de l'ordre d'un dixième de millimètre à plusieurs millimètres est suffisante. Le coût d'une telle protection est infime car elle peut être réalisée en même temps que le moulage préalable par injection du manchon de la pièce, sans étape supplémentaire de procédé. L'invention permet donc une économie substantielle. La fine couche peut être portée à l'intérieur de l'armature 8, à l'extérieur de l'armature 9, ou sur les deux surfaces en même temps.

Dans un exemple pratique de réalisation, les profils des secteurs tels que 2 à 5 ont une forme de lettre L, avec un mât, ou une dent, possédant la dépouille 11 et une face en appui contre l'armature 8, et une semelle 22 s'étendant radialement par rapport à un axe 23 d'introduction de la pièce 7 à dudgeonner. L'axe 23 est un axe de révolution si la pièce 7 à dudgeonner est cylindrique circulaire. Les semelles 22 permettent d'une part de recevoir la pièce 7 à dudgeonner parce que celle-ci est posée sur elles. D'autre part, les semelles 22 forment, à l'extrémité libre de la base du L tournée vers



l'extérieur, une surface cylindrique, de préférence mais pas nécessairement circulaire, d'axe 23. Cette surface est munie de deux encoches 24 et 25. Des tores élastiques 26 et 27, par exemple sous la forme de joints toriques en élastomère, permettent d'exercer des efforts radiaux sur les secteurs 2 à 3 pour les forcer à se rapprocher les uns des autres. Les tores 26 et 27 forment ainsi un moyen simple de maintenir provisoirement les secteurs entre eux avant la mise en place, autour d'eux, de la pièce 7 à dudgeonner. On notera que si l'écart entre les dimensions 14 et 19 est de l'ordre de 5 à 15%, l'extension des tores 26 et 27 sera bien moindre. En effet ceux-ci sont disposés à une périphérie avec une dimension 28 bien plus grande et donc subissent une variation proportionnelle bien plus faible.

La pièce 7 à dudgeonner présente, après dudgeonnage, un profil avec une partie 29 qui a été introduite autour des secteurs et qui a subi l'expansion désirée, une partie 30 à une autre extrémité qui n'a pas subi cette expansion et une partie intermédiaire 31 permettant le raccordement des diamètres. Ce faisant, on constate qu'avec l'invention il est très facile de réaliser des pièces de forme non cylindrique sans difficulté. Dans ce cas le dudgeonnage n'est pas traversant. Au besoin, un maintien de la partie 30 de l'armature intérieure 8 peut être utile pour qu'elle garde sa forme. En agissant ainsi on est donc capable de maîtriser très facilement la forme intérieure de la pièce à dudgeonner. C'est le cas de l'exemple de la figure 1 qui représente une articulation dont l'armature intérieure 8 est destinée à être emmanchée par sa partie mâle non-dudgeonnée 30 dans un élément de suspension d'un véhicule. De même, la face d'appui 6 des secteurs formés en conséquence permettrait d'y réaliser tous les reliefs ou formes désirées.

L'opération de dudgeonnage peut se faire de préférence à chaud, c'est-à-dire juste après le moulage de la pièce, afin d'éviter que le retrait du caoutchouc dû au refroidissement ne crée des problèmes. Cette précaution est intéressante pour les mélanges très rigides qui ont un retrait thermique important.

L'enclume 16 possède dans une partie centrale un massif 32 possédant deux particularités. Premièrement le massif 32 supporte un pion 33 dont la hauteur 34 est choisie pour correspondre à un degré d'enfoncement du cône 12 dans les secteurs 2 à 5. En effet, plus ce cône 12 est enfoncé dans les secteurs, plus ces secteurs vont être amenés à

s'écarter les uns des autres. Avec l'invention, et en particulier avec le pion 33, on dispose d'un moyen simple d'assurer la répétitivité de l'opération de dudgeonnage, d'une pièce à l'autre. En variante le pion est réglable en hauteur (en pratique, il peut être enlevé et remplacé par un pion de hauteur  
5 différente) afin de permettre une variation d'exécution. On notera que l'usure de l'outillage selon l'invention est réduite, et surtout qu'elle peut facilement être compensée par un réglage de la course, par un réglage de la hauteur du pion. A l'opposé, dans l'état de la technique, la filière devait être remplacée.

Le massif 32 possède par ailleurs des axes de guidage 35 formant  
10 des protubérances radiales à la périphérie 36 du massif 32. En correspondance, les semelles 22 possèdent des alésages 37 destinés à s'emboîter en coulissement autour des axes de guidage 35. La présence de ces axes de guidage 35 et de ces alésages 37 permet d'avoir un déplacement en permanence radial des secteurs 2 à 5. Les axes de guidage  
15 et les alésages forment un guide radial pour écarter les secteurs. En choisissant cette solution, on peut s'assurer que lors de leur écartement, chaque secteur s'écarte circonférenciellement d'un secteur contigu d'une valeur attendue, notamment d'une même valeur que s'écartent entre eux deux quelconques secteurs contigus de l'ensemble si tous les secteurs sont  
20 identiques. En pratique, en agissant ainsi on peut s'assurer de la meilleure circularité du profil intérieur de l'armature 8 une fois dudgeonnée. Le massif 32 est par exemple fixé à l'enclume 16 par l'intermédiaire d'une vis.

A titre de perfectionnement, les chants radiaux des secteurs annulaires tels que 2 à 5 possèdent, parallèlement à l'axe 23, des motifs  
25 crénelés permettant l'imbrication des secteurs les uns dans les autres. Par exemple, comme représenté sur la figure 1, le secteur 4 comporte des créneaux 38 à 40 entrelacés avec des mamelons 41 à 43. La profondeur des créneaux 38 à 40 est égale ou supérieure au quart du chemin circonférenciel hors tout 44 d'un secteur. On pourrait montrer qu'avec cette imbrication des  
30 créneaux et des mamelons d'un secteur, respectivement dans des mamelons et des créneaux de secteurs adjacents, on évite la concentration de la déformation le long des lignes entre les secteurs et on limite la formation de facettes correspondant aux espaces entre les secteurs écartés.

Le caractère régulier, ou circulaire le cas échéant, du dudgeonnage  
35 réalisé est d'autant mieux respecté que par ailleurs le nombre de secteurs

est élevé. Cependant, plus le nombre de secteurs est élevé, plus la surface d'appui de ces secteurs contre l'armature à dudgeonner se réduit. L'imbrication ci-dessus permet d'augmenter le nombre de ces secteurs sans être pénalisé par la réduction de surface correspondante. Dans l'exemple  
5 préféré de réalisation, il y a huit secteurs pour former la forme annulaire d'expansion 1.

Les figures 2 à 4 montrent en perspective l'utilisation du dispositif de dudgeonnage de l'invention. On commence par insérer les semelles 22 des secteurs dans les axes de guidage 35 montés sur le massif 32. Les secteurs  
10 s'imbriquent naturellement les uns dans les autres, en particulier parce que les créniaux 38 et 39 sont eux-mêmes orientés radialement. Lorsque le massif 32 est entièrement équipé de secteurs sur tout son pourtour, on le place sur l'enclume 16, avant ou après avoir mis en place les tores 26 et 27. Puis on place la pièce à dudgeonner pour qu'elle vienne reposer sur les  
15 semelles 22 en partie extérieure des secteurs.

Puis on présente le cône 12 monté au bout de la tige 13 dans l'ouverture résultant de la forme annulaire intérieure préférée des secteurs assemblés. A l'extérieur, le long de la paroi 6, les secteurs peuvent avoir une  
20 forme autre que circulaire, dépendant du profil intérieur de l'armature à réaliser. Au fur et à mesure que le cône 12 s'enfonce dans la forme d'expansion, les secteurs s'écartent les uns des autres. On observe, figure 3, qu'il n'est pas nécessaire que le cône 12 soit aussi haut que la hauteur 440 des secteurs. En effet, du fait que les secteurs sont monoblocs et s'étendent sur toute la hauteur de la partie 29 à dudgeonner, lorsque le sommet du cône  
25 arrive dans la partie de ces secteurs la plus proche des semelles 22, ces semelles 22 continuent à s'écarter entraînant avec elles les dents sectorielles. Ceci est dû au fait que le cône 12 est de même pente que la dépouille conique 11. Puis le sommet 45 du cône (figure 1) vient au contact du pion 33 posé sur le massif 32 en formant butée. En fonction de la hauteur  
30 de ce pion, l'avancée de la tige 13 et du cône 12 est bloquée. L'expansion de la pièce à dudgeonner est alors terminée.

Pour rendre le travail de dudgeonnage plus facile, on peut prévoir des dépouilles du cône 12 et respectivement des parties intérieures des secteurs  
35 2 à 5 telles qu'une grande avancée du cône provoque un faible écartement des secteurs. En agissant ainsi, on peut régler très précisément le diamètre

final de la pièce dudgeonnée.

Lorsque l'opération est terminée, en retirant le cône 12, l'action des tores 26 et 27 est telle qu'elle rapproche au moins deux des secteurs l'un de l'autre (en pratique la totalité) de telle façon que les secteurs occupent un  
5 espace bien moindre à l'intérieur de l'armature dudgeonnée.

Bien entendu, la face des dents sectorielles des secteurs, en appui contre l'armature 8, n'est pas nécessairement cylindrique circulaire. Elle n'est aussi pas nécessairement parallèle à l'axe 23. De ce fait, il est possible de dudgeonner des armatures 8 avec des formes internes quelconques. En  
10 particulier, il est possible de dudgeonner des pièces avec des dépouilles, des contre dépouilles, voire des rainures, ou bien des gorges périphériques.

De plus, on peut intégrer dans le procédé de l'invention un rétreint simultané de l'armature extérieure 9. Ce rétreint simultané est particulièrement intéressant dans le cas d'une articulation comportant une ou  
15 plusieurs armatures intermédiaires. Une telle armature intermédiaire 46 est montrée sur la figure 5. Cette armature intermédiaire 46 sépare deux manchons en élastomère 47.1 et 47.2 remplaçant le manchon 10 de la figure 1. Dans ce cas, chaque manchon 47.1 et 47.2 en caoutchouc doit être précontraint et la présence d'une armature intermédiaire rigide empêche de  
20 réaliser cette précontrainte en une seule opération de dudgeonnage ou de rétreint. Cette problématique est présentée dans le document WO 01/55615. La pièce 7 à dudgeonner et à rétreindre est donc ici par exemple composée de trois armatures tubulaires en acier, et de deux manchons de caoutchouc.

Le perfectionnement comporte alors la mise en œuvre de secteurs  
25 extérieurs 48 de même type que les secteurs 2 à 5 à la différence près que c'est la surface radialement interne des secteurs qui vient en appui contre la pièce à former. En particulier, les créneaux et mamelons décrits précédemment peuvent être transposés aux secteurs de rétreint. Lors de la mise en place de la pièce 7, les secteurs 48 sont radialement écartés de  
30 l'axe 23, et aussi les uns des autres. Ils forment une forme de rétreint. Pour les resserrer les uns contre les autres, et rétreindre l'armature 9, les secteurs 48 possèdent sur l'extérieur une face inclinée 49 jouant un rôle similaire à la dépouille 11. Ces faces inclinées 49 forment ensemble de préférence un tronc de cône. Les secteurs extérieurs 48 peuvent aussi être imbriqués les  
35 uns dans les autres avec des créneaux et des mamelons.

Dans cette réalisation du dispositif de l'invention, le cône 12 est placé à l'intérieur d'une cavité conique 50 dont les flancs 51 sont destinés à s'appuyer contre les faces 49. La cavité 50 est par exemple formée par un disque épais 52 portant en élévation d'une part le cône 12 en partie centrale et d'autre part un anneau périphérique 53 muni d'une paroi interne tronconique 51. Pour le formage de la pièce 7, on exerce un effort sur l'ensemble du cône 12 et de l'anneau 53. Cet ensemble déplace le groupe des secteurs 48 radialement vers l'intérieur, ainsi que simultanément le groupe des secteurs 2 à 5 radialement vers l'extérieur. Ces deux mouvements combinés et simultanés génèrent ainsi un rétreint du tube extérieur 9 et une expansion du tube intérieur 8.

Pour régler le diamètre final de l'armature extérieure, il suffit, en variante du pion 33, de régler la hauteur d'une butée 54 destinée à s'abouter contre un sommet 55 de l'anneau 53. Pour régler le diamètre final de l'armature intérieure il suffit de régler la hauteur d'une cale 56 placée entre la base du cône 12 et le disque 52.

Les secteurs extérieurs 48 reposent sur un socle 57. Le guidage des secteurs intérieurs est assuré par exemple selon les principes décrits plus haut pour le premier mode de réalisation de l'invention. Le guidage des secteurs extérieurs (constituant la forme de rétreint) peut être plus sommaire car ces secteurs se rapprochent les uns des autres et tendent à se joindre en une forme déterminée par leur profil. Les joints toriques 26 et 27 ont pour fonction de ramener les secteurs intérieurs en position initiale vers l'intérieur. Une rondelle 58 en élastomère a pour fonction de ramener les secteurs extérieurs en position initiale vers l'extérieur et peut participer à leur guidage. La rondelle 58 est placée entre une paroi interne 59 mobile des secteurs 48 et une base 60, fixe, solidaire du massif central 32. Elle est comprimée lors du rétreint. Après le formage, il suffit de retirer le disque 52 et la rondelle repousse les secteurs 48, en même temps que les joints 26 27 resserrent les secteurs 2 à 5.

Bien entendu, le rétreint peut de préférence être aussi réalisé à chaud.

Bien entendu le dudgeonnage pourrait être effectué sans le rétreint ou réciproquement.

Pour améliorer la circularité, il pourrait également être envisagé de faire l'extension et ou le rétreint en deux passes, la pièce 7 à dudgeonner et

ou rétreindre étant tournée d'un demi pas circonférenciel de secteur entre deux passes.

## REVENDICATIONS

- 1 - Procédé de dudgeonnage d'une articulation élastique (7) munie d'une armature intérieure (8) et d'un manchon élastomérique (10) caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- 5       - on place ladite armature intérieure (8) autour d'une forme d'expansion (1) constituée de secteurs d'expansion (2 - 5) mobiles les uns par rapport aux autres,
- 10       - on écarte (11, 12) les secteurs d'expansion les uns des autres afin d'augmenter plastiquement le volume interne de ladite armature intérieure.
- 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- 15       - on écarte les secteurs les uns des autres avec un cône (12) de même pente qu'une dépouille conique intérieure de ladite forme d'expansion.
- 3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- 20       - on fait porter le cône vers une enclume (16), et
- on interpose un pion (33) entre le cône, notamment dans sa partie pointue (45), et l'enclume.
- 4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :
- 25       - on met en place des secteurs de rétreint (48) autour d'une armature extérieure (9) de l'articulation (7) élastique,
- on approche les secteurs de rétreint les uns des autres simultanément à l'expansion des secteurs d'expansion.
- 5 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que
- le dudgeonnage et ou le rétreint sont effectués sur une articulation chaude sortant du moulage.
- 6 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que
- 30       - on fabrique une articulation élastique en enduisant préalablement l'intérieur d'une armature intérieure et ou l'extérieur d'une armature extérieure de l'articulation par une fine couche élastomérique.
- 7 - Dispositif pour le dudgeonnage d'une articulation élastique, caractérisé en ce qu'il comporte :
- 35       - une forme (1) d'expansion munie de secteurs d'expansion (2 - 5), et

## 14

- des moyens pour écarter (12) les secteurs les uns des autres.

8 - Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte:

- une dépouille (11) tronconique sur une face intérieure des secteurs d'expansion, et

5       - un élément (12) mobile axialement pour écarter les secteurs les uns par rapport aux autres.

9 - Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte une butée (33, 54), une enclume (16, 57) portant la butée, ladite butée définissant une fin de course de l'élément mobile axialement.

10       10 - Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (35 - 36) pour guider les secteurs dans leur mouvement d'expansion.

15       11 - Dispositif selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte des créneaux (38 - 40) et des mamelons (41 - 43) ménagés selon des chants radiaux opposés des secteurs, et une imbrication de ces créneaux et mamelons pour assembler les secteurs, les créneaux étant de profondeur égale ou supérieure au quart du chemin circonférenciel hors tout d'un secteur.

20       12 - Dispositif selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que les secteurs comportent une semelle (22) sur laquelle repose la pièce à dudgeonner.

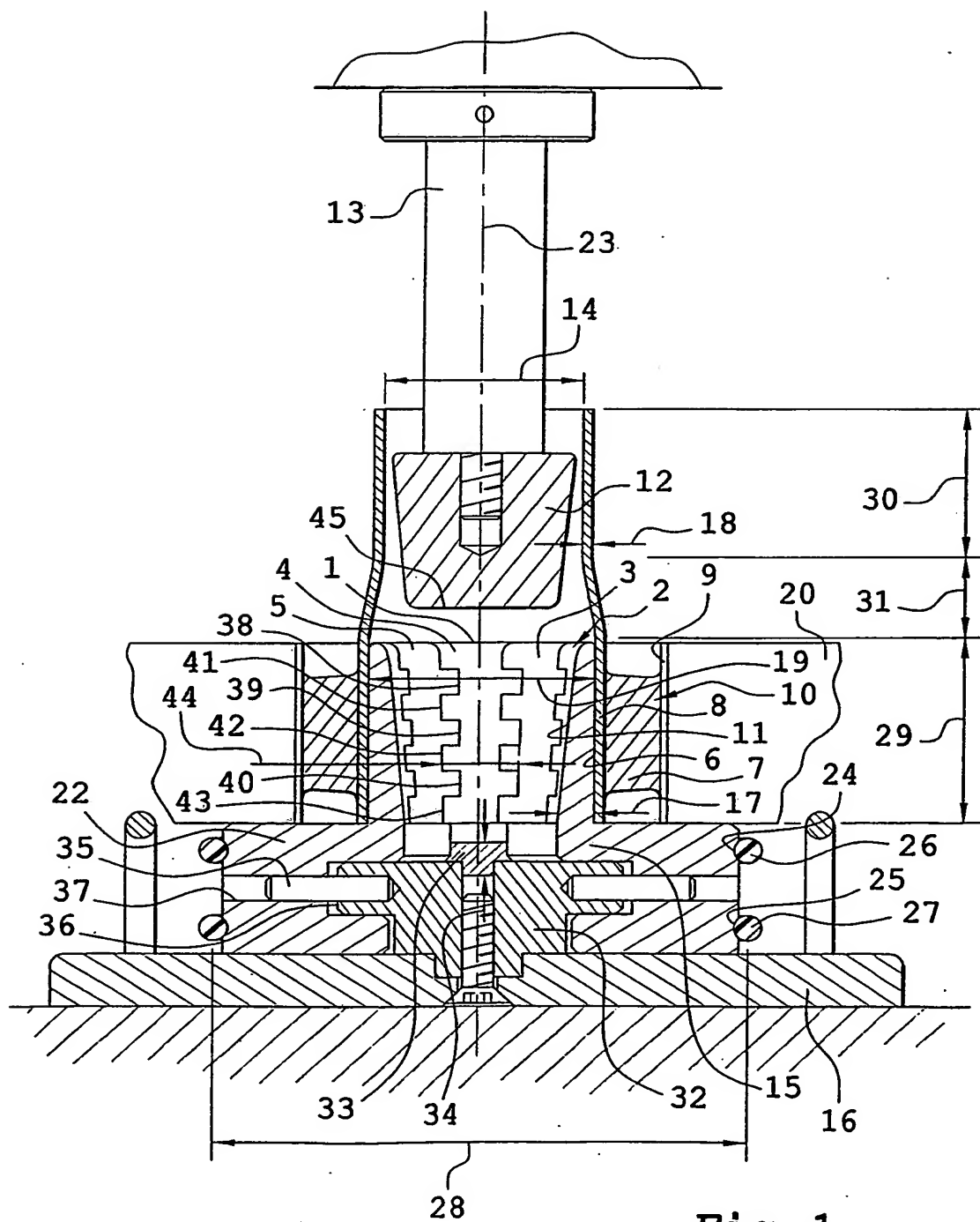
25       13 - Dispositif selon l'une des revendications 7 à 12 caractérisé en ce qu'il comporte des secteurs de rétreint (48) dans une forme de rétreint, et des moyens pour approcher ces secteurs de rétreint les uns des autres simultanément à l'expansion des secteurs d'expansion.

14 - Articulation élastique dudgeonnée selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le volume intérieur de l'armature intérieure de ladite articulation n'est pas cylindrique.

30       15 - Articulation élastique dudgeonnée selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte une protection interne et/ou externe par une fine couche de caoutchouc.

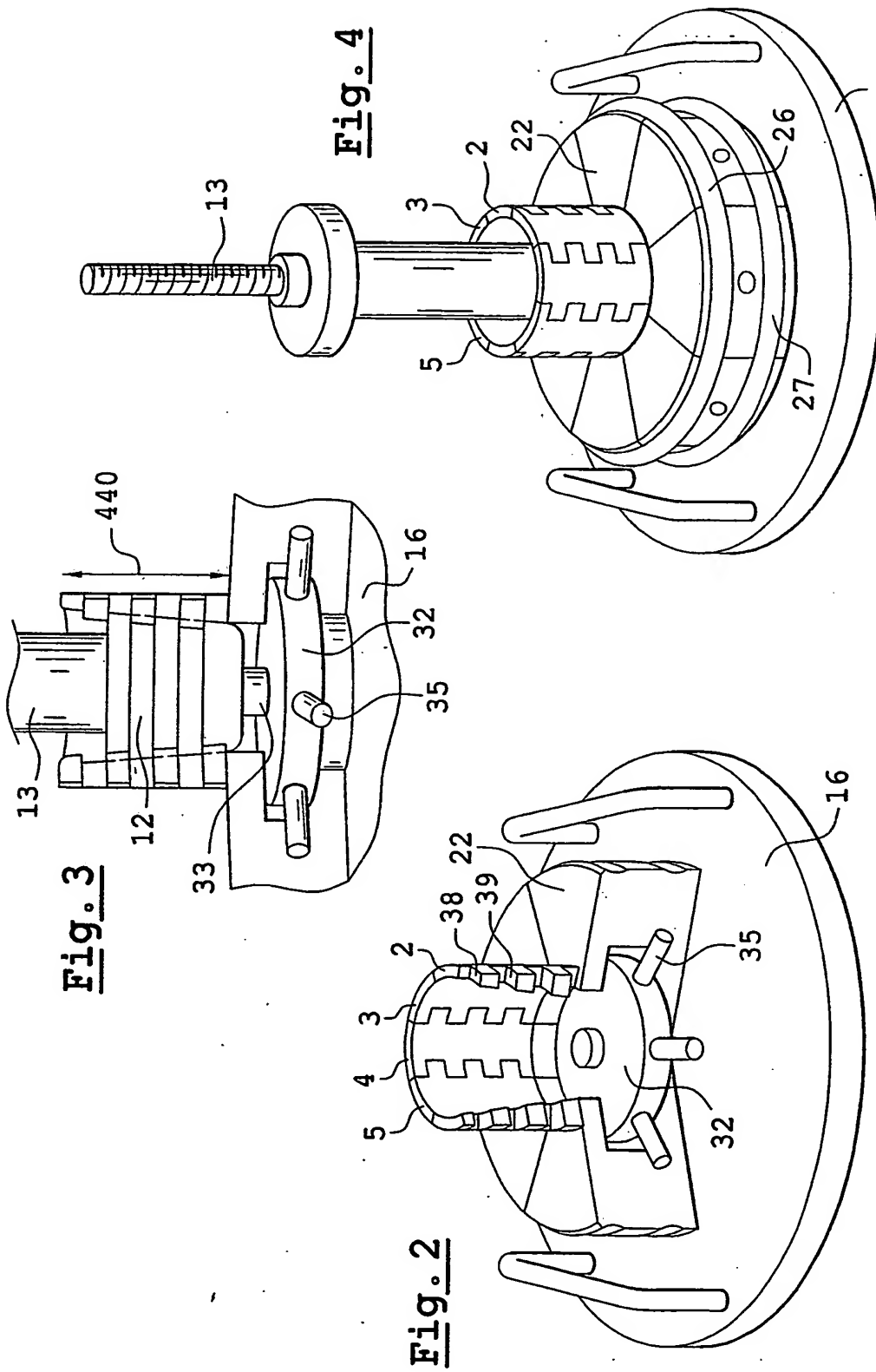


1/3



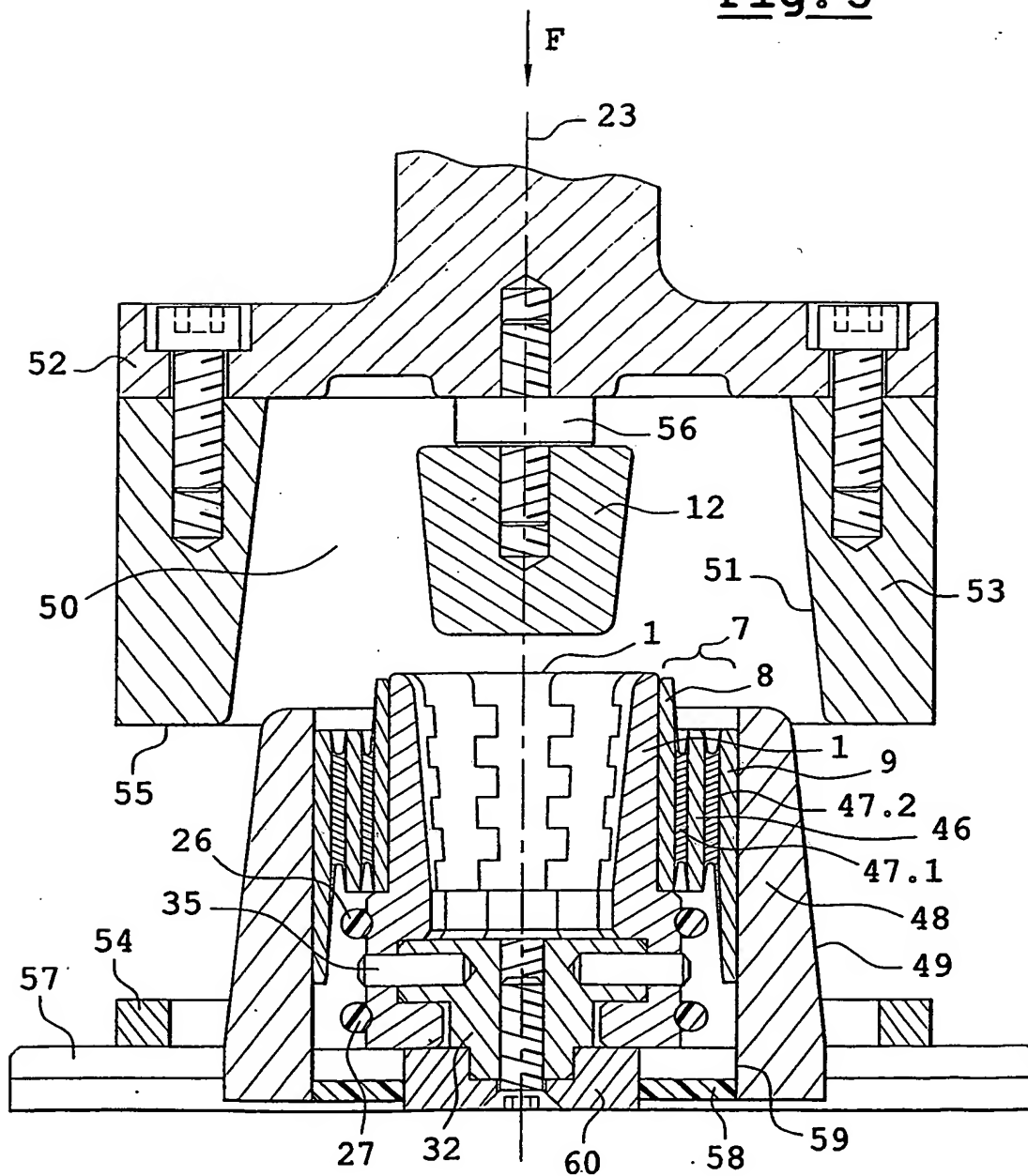
**Fig. 1**

2/3



3 / 3

Fig. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR 02/03856

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B21D41/02 B21D39/20 B21D41/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 43 39 993 C (ROTHENBERGER WERKZEUGE MASCH) 5 January 1995 (1995-01-05) column 3, line 16 - line 63	1,2,7,8, 10,12
X	DD 221 936 A (RUDISLEBEN CHEMIEANLAGENBAU) 8 May 1985 (1985-05-08) page 3	14,15
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31 March 1997 (1997-03-31) & JP 08 300070 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 19 November 1996 (1996-11-19) abstract	1,2,7,8, 10-12
A		1,2,4,7, 8,10,13
		3,9,11, 14,15
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 February 2003

Date of mailing of the international search report

24/02/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gerard, O

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic      Application No

PCT/FK U2/03856

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 41 11 233 A (FREUDENBERG CARL FA) 15 October 1992 (1992-10-15) column 4, line 22 - line 67 -----	1, 5, 14, 15
A	US 4 295 357 A (ROPER RALPH E) 20 October 1981 (1981-10-20) column 1 column 7 -----	1, 14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. application No  
PCT/CA J2/03856

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4339993	C	05-01-1995	DE 4339993 C1	05-01-1995
DD 221936	A	08-05-1985	DD 221936 A1	08-05-1985
JP 08300070	A	19-11-1996	NONE	
DE 4111233	A	15-10-1992	DE 4111233 A1	15-10-1992
US 4295357	A	20-10-1981	US 4238949 A	16-12-1980

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demand nationale No

PCT/rn J2/03856

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B21D41/02 B21D39/20 B21D41/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B21D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 43 39 993 C (ROTHENBERGER WERKZEUGE MASCH) 5 janvier 1995 (1995-01-05) colonne 3, ligne 16 - ligne 63	1,2,7,8, 10,12
A		14,15
X	DD 221 936 A (RUDISLEBEN CHEMIEANLAGENBAU) 8 mai 1985 (1985-05-08) page 3	1,2,7,8, 10-12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31 mars 1997 (1997-03-31) & JP 08 300070 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 19 novembre 1996 (1996-11-19) abrégé	1,2,4,7, 8,10,13
A		3,9,11, 14,15
	--- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 février 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/02/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gerard, O

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/ISA/22/03856

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 41 11 233 A (FREUDENBERG CARL FA) 15 octobre 1992 (1992-10-15) colonne 4, ligne 22 - ligne 67	1, 5, 14, 15
A	US 4 295 357 A (ROPER RALPH E) 20 octobre 1981 (1981-10-20) colonne 1 colonne 7	1, 14

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

renseignements relatifs

aux familles de brevets

Demande nationale No

PCT/FR 92/03856

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 4339993	C	05-01-1995	DE 4339993 C1	05-01-1995
DD 221936	A	08-05-1985	DD 221936 A1	08-05-1985
JP 08300070	A	19-11-1996	AUCUN	
DE 4111233	A	15-10-1992	DE 4111233 A1	15-10-1992
US 4295357	A	20-10-1981	US 4238949 A	16-12-1980

